

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-279465

(43)Date of publication of application : 22.10.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

C23C 16/44

(21)Application number : 07-082654 (71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

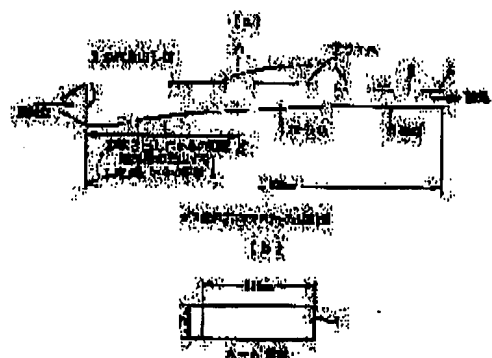
(22)Date of filing : 07.04.1995 (72)Inventor : TSUCHIYA TADAITSU
WADA JIRO

(54) VAPOR GROWTH METHOD AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To ensure growth of a uniformly thin film without rotating a wafer by keeping the thickness of a boundary layer occurring on a wafer surface constant in a lateral type vapor growth method.

CONSTITUTION: A plurality of holes for a wafer 2 are provided in a flow direction on an upper surface 5 of a flow channel 1 whose cross-section perpendicular to a gas flow is rectangular, these holes set the wafer 2 face down, and a raw material gas in the flow channel 1 is made to flow in parallel to the wafer 2. A bottom 6 of the flow channel 1 is worked in a curve so that a cross-sectional area of the flow channel 1 gradually tapers off toward the flow direction. This enables the product of a distance L from the gas blow-out port 3 multiplied by the cross-sectional area of the flow channel 1 to become constant, thus keeping the thickness of a boundary layer occurring on the wafer surface constant.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.09.1999

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

S:2004年12月10日 21時05分

DA & KIMURA

NO. 3498

P. 2/48

rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3252644

[Date of registration]

22.11.2001

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-279465

(43) 公開日 平成8年(1996)10月22日

(51) Int.Cl.⁴

H 0 1 L 21/205

C 2 8 C 18/44

識別記号

序内整理番号

F I

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 18/44

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数 7・OL (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平7-82854

(22) 出願日

平成7年(1995)4月7日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 土屋 忠雄

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72) 発明者 和田 次郎

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

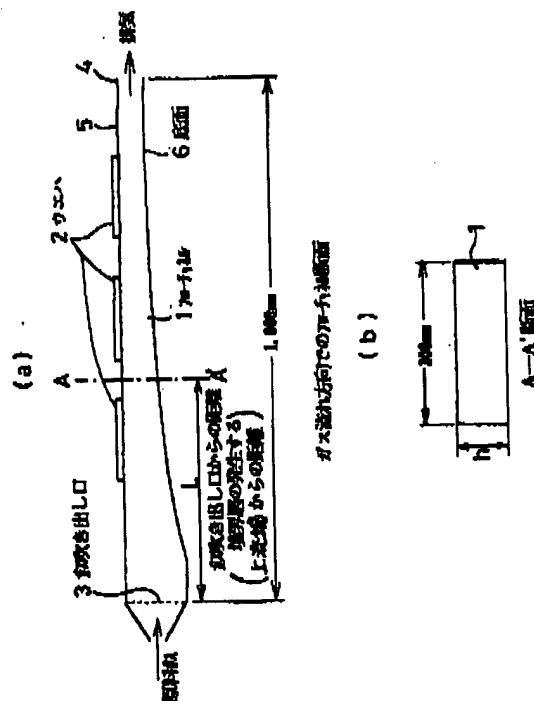
(74) 代理人 弁理士 松本 幸

(54) 【発明の名称】 気相成長方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】横型気相成長法において、ウェハ表面に生じる境界層の厚さを流れ方向に一定に保つことによって、ウェハを回転することなく、均一な薄膜を成長できるようにする。

【構成】ガスの流れに垂直な断面が長方形をしたフローチャンネル1の上面5に、流れ方向に沿ってウェハ2用の穴を複数個設け、その穴にウェハ2をフェイスダウンにして臨ませ、フローチャンネル1内の原料ガスがウェハ2と平行に流れるようにする。フローチャンネル1の底面6を曲面加工して、フローチャンネル1の断面積が流れ方向にいくにしたがって徐々に絞られるようにする。これにより、ガスの吹出し口3からの距離Lとフローチャンネル1の断面積Sの積が一定となり、ウェハ表面に生じる境界層の厚さを流れ方向に一定に保つことができる。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

特開平08-279465

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハと平行に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャル成長させる気相成長方法において、境界層の発生する上流端からの距離と、境界層以外でのガスの流速との比を一定とすることにより、境界層の厚さを流れ方向に一定に保つようにしたことを特徴とする気相成長方法。

【請求項2】 ウェハと平行に原料ガスを流すフローチャネルを備え、フローチャネル内に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャル成長させる気相成長装置において、上記フローチャネルの断面積をガスが層流となり始める上流端からの距離に反比例させたことを特徴とする気相成長装置。

【請求項3】 ウェハと平行に原料ガスを流すフローチャネルを備え、フローチャネル内に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャル成長させる気相成長装置において、上記フローチャネルの原料ガスの流れに垂直な断面を矩形とするとともに、その幅を一定とし、フローチャネルの厚さをガスが層流となり始める上流端からの距離に反比例させたことを特徴とする気相成長装置。

【請求項4】 成長炉が円盤状であって、中央から径方向外方に向かってウェハと平行に原料ガスを流すフローチャネルを備え、フローチャネル内に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャル成長させる気相成長装置において、上記フローチャネルの厚さを、ガスが層流となり始める上流端からの距離の2乗に反比例させたことを特徴とする気相成長装置。

【請求項5】 請求項2ないし4のいずれかに記載の気相成長装置において、上記フローチャネルの断面積または厚さを、ガスが層流となり始める上流端からの距離、またはガスが層流となり始める上流端からの距離の2乗に反比例させるために、ウェハと同じ側のフローチャネルの上面またはウェハと反対側のフローチャネルの底面に直線近似による曲面加工を施してある気相成長装置。

【請求項6】 請求項2ないし5のいずれかに記載の気相成長装置において、上記ガスが層流となり始める上流端をガスの吹出口とした気相成長装置。

【請求項7】 請求項2ないし5のいずれかに記載の気相成長装置において、上記ガスが層流となり始める上流端を、フローチャネルの上流端とした気相成長装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、ガスフローチャネルの断面積を変化させてウェハ面に形成される境界層の厚さを一定に保つようにした気相成長方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、ウェハと平行に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャ

ル成長させる横型気相成長装置においては、原料ガスの流れるフローチャネルの厚さは、ガスの流れの上流側から下流側に至るまでほぼ一定のものが用いられている。この場合、成長する膜の厚さが上流側で厚く、下流側で薄くなる。従って、均一な厚みの膜を得るために、従来、ウェハをフローチャネル内で自転させるなどの機械的操作を行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した従来技術には次のような欠点があった。

【0004】 (1) 機械的にウェハを回転させなければならないため、成長炉の構造が複雑になる。

【0005】 (2) 最近、特に半導体製造の分野において原子レベルのスケールでの制御が必要とされつつあり、非常に薄い膜の厚み制御が重要となっているが、この制御が困難である。すなわち、ウェハが1回転しない間に成長した膜の厚みは、面内で均一ではない。従って、非常に薄い膜を成長する際には、回転数を大幅に増すか、成長速度を大幅に落とす必要がある。前者は、機械的強度の点で困難であり、後者は一般的には膜質に悪影響を及ぼすことが多い。

【0006】 本発明の目的は、前述した従来技術の欠点を解消し、ウェハを回転することなく均一で薄い厚みの膜も成長できる気相成長方法を提供することにある。また、本発明の目的は、構造が簡単な気相成長装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明方法は、ウェハと平行に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャル成長させる気相成長方法において、境界層の発生する上流端からの距離と、境界層以外でのガスの流速との比を一定とすることにより、境界層の厚さを流れ方向に一定に保つようにしたものである。

【0008】 また、本発明装置は、ウェハと平行に原料ガスを流すフローチャネルを備え、フローチャネル内に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャル成長させる気相成長装置において、フローチャネルの断面積をガスが層流となり始める上流端からの距離に反比例させたものである。この場合、フローチャネルの原料ガスの流れに垂直な断面を矩形とするとともに、その幅を一定とし、フローチャネルの厚さをガスが層流となり始める上流端からの距離に反比例させるようにしてもよい。

【0009】 また、本発明装置は、成長炉が円盤状であって、中央から径方向外方に向かってウェハと平行に原料ガスを流すフローチャネルを備え、フローチャネル内に原料ガスを流すことによってウェハ上に薄膜を堆積若しくはエピタキシャル成長させる気相成長装置において、フローチャネルの厚さを、ガスが層流となり始める

(3)

特開平08-279465

上流端からの距離の2乗に反比例させたものである。

【0010】また、本発明装置は、フローチャネルの断面積または厚さを、ガスが層流となり始める上流端からの距離、またはガスが層流となり始める上流端からの距離の2乗に反比例させるために、ウェハと同じ側のフローチャネルの上面またはウェハと反対側のフローチャネルの底面に直線近似による曲面加工を施したものである。

【0011】

【作用】半導体などの薄膜の成長では、通常、成長する膜の厚みをもっぱら原料の供給量によって制御するような成長条件のもとで成長を行う。このような条件下で、気相成長装置により成長を行った場合、成長する膜厚の分布を決定する大きな要因に、流体力学でいう境界層の厚さがある。

【0012】境界層は、ガスの粘性により、壁面の付近で流速が低下する層である。この層の中では、流速が低下しているため、原料は、ガスの流れにより運ばれるよ

$$\delta^2 = \nu (L/V)$$

と表される。境界層の厚さ δ が変化すると濃度勾配が変ってしまう。

$$L/V = \text{一定}$$

として δ を一定、すなわち濃度勾配が変わらないようにすることが考えられる。流れ方向でのガスの流速 V の変化は、ガスの流れるフローチャネルの断面形状によって一

$$F = V \cdot S = \text{一定}$$

となる。これを V について解いて式(2)に代入すれば、

$$L/V = (L \cdot S) / F$$

となり、 L と S の積を一定とすれば δ を一定にすることができる。

【0015】ここに、境界層の発生する上流端 L は、ガスが層流となり始める上流端であり、これは正確には計算機シミュレーションなどでガス吹出し口、フローチャネルの詳細な形状等を勘案して流体力学により計算しなければならない。しかし、大部分の気相成長装置ではガスの吹出し口から層流となり、そうでない場合でもフローチャネル内では必ず層流となる条件で成長しているのが普通である。従って、ガスの吹出し口またはフローチャネルの上流端も、ガスが層流となり始める上流端と考えてもよい。

【0016】以上のことから、フローチャネルの断面積を、境界層の発生する上流端であるガスの吹出し口、またはフローチャネルの上流端からの距離の関数としてガスの流れ方向で変化させれば、ウェハを回転することなく、流れ方向で成長速度の均一な薄膜の成長が可能となる。その結果、数原子層という原子レベルの薄膜もウェハ面内で容易に均一にすることができ、超格子構造等、超薄膜の成長が容易となる。

【0017】

【実施例】以下に本発明の気相成長装置の実施例を説明

りも主として拡散によって移動すると考えられる。拡散現象では一般に濃度の勾配に比例して拡散により移動する量が増す。すなわち、成長においては、ウェハ表面近くでの境界層中の原料ガスの濃度勾配が大きい程、ウェハ表面に到達する原料の量は増し、成長する速度は速くなる。従って、成長する膜の厚さを流れ方向で一定とするには、境界層の濃度勾配を上流部と下流部で同じにしなければならない。

【0013】境界層の外側、すなわちウェハから十分に離れた部分でのガスの濃度は、原料を十分に供給すれば上流部分と下流部分でほぼ等しくできる。従って、ウェハ表面と境界層外側での原料の濃度の差は、上流部と下流部で一定にできる。しかし、境界層の厚さは流れ方向に徐々に厚くなるのが流体力学で明かとなっており、その関係は境界層の厚さを δ 、ガスの動粘性係数を ν 、境界層の発生する上流端からの距離を L 、境界層以外でのガスの流速を V とすると、

(1)

【0014】これを防ぐために、

(2)

的に決定できる。断面積を S とすると、ガスの総流量 F は一定であるから、 V と S の積は

(3)

(4)

する。

【0018】図1はガスの流れに垂直な断面が長方形をしており、ガスの流れ方向で断面積が徐々に絞られるような横型気相成長装置の横型フローチャネル1を示す。(a)は縦断面図、(b)はA-A'線断面図である。

【0019】フローチャネル1の上面5に、流れ方向に沿ってウェハ2用の穴を複数個設け、その穴にウェハ2をフェイスダウン(成長面を下向き)にして臨ませ、フローチャネル1内の原料ガスがウェハ2と平行に流れるようにする。原料ガスは、フローチャネル1のガス吹出し口3を通過して排気口4から排気される。

【0020】ガスの吹出し口3からの距離 L とフローチャネル1の断面積 S の積を一定とするために、フローチャネル1の幅 W は一定とし、その厚さ h を距離 L に反比例させる。これによりウェハ2に形成される境界層の厚さを流れ方向に一定に保つことができる。

【0021】具体的には、フローチャネル1の幅 $W=300\text{mm}$ 、ガス吹出し口3から排気口4までの距離 $L_0=1,000\text{mm}$ 、 $h=1.2 \times 10^4 / L\text{mm}$ とした。また、厚さ h を距離 L に反比例させるために、ウェハ2と反対側のフローチャネル1の底面6を曲面加工するよう

(4)

特開平08-279465

にした。

【0022】この装置を用いて、有機金属気相成長法により砒化ガリウムのエピタキシャル成長を行った。原料として、トリメチルガリウム、アルシン、基板は砒化ガリウム、原料を輸送するキャリアガスは純水素、成長温度は600～700℃で行い、流れ方向にウェハを3～5枚並べて流れ方向での成長膜厚の変化を調べた。

【0023】その結果、図2に示すような均一な膜分布がウェハ間及びウェハ面内で得られた。比較のため、通常使用されている流れ方向で厚さの変わらないフローチャネルを用いた場合の典型的な膜厚分布を併せて示す。成長の条件は同じである。本実施例に明らかな改善が認められる。

【0024】次に、成長炉が円盤状である円形模型気相成長装置の実施例を説明する。図3に円形でガスの流れ方向で厚さを変化させた模型フローチャネル7を示す。

(a) は平面図、(b) は断面図である。

【0025】このフローチャネル1の上面8に、流れ方向に沿ってウェハ2用の穴を複数個放射状に設け、その穴にウェハ2をフェイスダウンにして臨ませることにより、フローチャネル1内の原料ガスがウェハ2と平行に流れるようにする。原料ガスは、フローチャネル7の中央から供給されて、ガス吹出し口10を通して径方向外方に排気される。11はそのガスの流れを示す。

【0026】ガスの吹出し口10からの距離Lとフローチャネル1の断面積Sの積を一定とするために、フローチャネル7の厚さhをガスの吹出し口10からの距離Lの2乗に反比例させている ($L \cdot S = \text{約} L \cdot 2\pi L \cdot h = h \cdot 2\pi L^2 = \text{一定}$)。これによりウェハ2に形成される境界層の厚さを流れ方向に一定に保つことができる。

【0027】具体的には、円盤状成長炉の直径 $\phi = 800\text{mm}$ 、 $h = 6.3 \times 10^5 / L^2 \text{mm}$ とした。厚さhを距離Lの2乗に反比例させるために、ここでもウェハ2と反対側のフローチャネル7の底面9を曲面加工するようにした。

【0028】この装置を用いて、上述した実施例と同じ条件で砒化ガリウムのエピタキシャル成長を行い、流れ方向での成長膜厚の変化を調べた。その結果、図4に示すような均一な膜厚分布がウェハ間及びウェハ面内で得られた。比較のため、通常使用されている流れ方向で厚さの変わらないフローチャネルを用いた場合の典型的な膜厚分布を併せて示す。成長の条件は同じである。本実施例に明らかな改善が認められる。

【0029】なお、上述した実施例は、いずれもウェハをフェイスダウンにして実施したが、本発明では上下に本質的な意味はなく、フェイスアップでも同様の効果が得られる。また、本実施例では砒化ガリウムをエピタキシャル成長した場合について説明したが、気相成長可能な全ての材料系に適用可能であり、エピタキシャル成長

ではなく、薄膜の堆積にも適用できる。

【0030】さらに、本実施例では、ウェハと反対側のフローチャネルの底面形状を変化させることによりフローチャネルの断面積を変えるようにしたが、もちろん、ウェハ側の上面形状を変えることでも同じ結果が得られる。また、本実施例では、フローチャネルを曲面加工しているが、より加工しやすい形状とするために直線近似加工としてもよく、それによっても同一の効果が得られる。また、曲面加工または直線近似は、必ずしもフローチャネルの全長に亘って施す必要はなく、本質的に重要なのはウェハの存在する部分だけであり、その部分に関して加工が施されていればよい。

【0031】

【発明の効果】本発明方法によれば、境界層の厚さを流れ方向に一定に保つようにしたので、ウェハを回転することなく、厚みの均一な薄膜を成長できる。

【0032】本発明装置によれば、フローチャネルの断面積または厚さを、ガスが層流となり始める上流端、またはガスの吹出し口、またはフローチャネルの上流端からの距離に反比例させるという簡単な構造で、境界層の厚さを流れ方向に一定に保つことができる。

【0033】本発明装置によれば、円盤状の成長炉においても、フローチャネルの厚さを距離の2乗に反比例させるという簡単な構造で、境界層の厚さを流れ方向に一定に保つことができる。

【0034】本発明装置によれば、フローチャネルの上面または底面に直線近似による曲面加工を施してあるので、フローチャネルの製作が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による模型フローチャネルの形状を示した図で、(a)は縦断面図、(b)はA-A'線断面図である。

【図2】図1の実施例と従来例で得られた成長膜厚のガス流れ方向での分布を示す図である。

【図3】本実施例による円形模型フローチャネルの形状を示した図で、(a)は上面を除いた平面図、(b)は断面図である。

【図4】図3の実施例と従来例で得られた成長膜厚のガスの流れ方向での分布を示す図である。

【符号の説明】

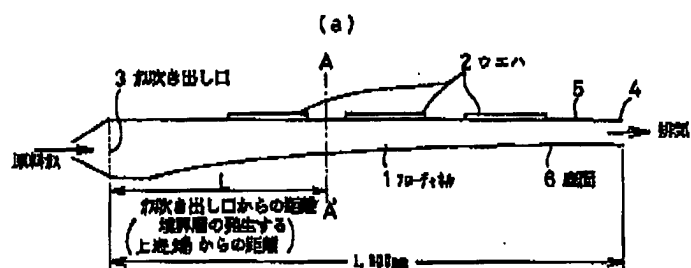
- 1 フローチャネル
- 2 ウェハ
- 3 ガス吹出し口
- 4 排気口
- 5 フローチャネルの上面
- 6 フローチャネルの底面
- 7 フローチャネル
- 8 フローチャネルの上面
- 9 フローチャネルの底面
- 10 ガス吹出し口

(5)

特開平08-279465

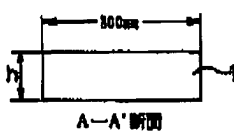
1.1 ガスの流れ

【図1】



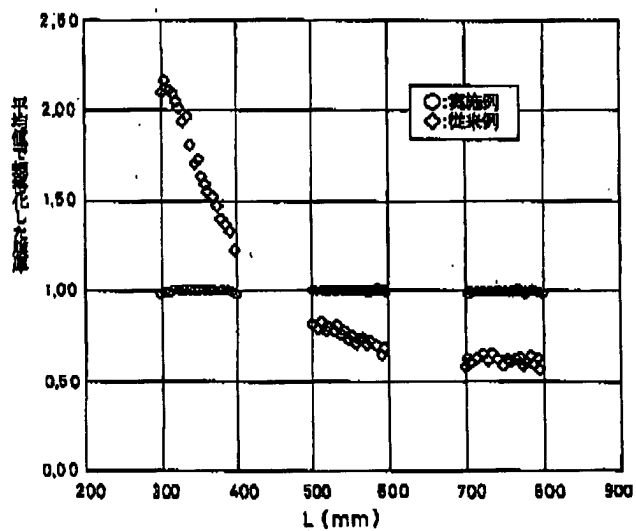
ガス流れ方向での70-71断面

(b)



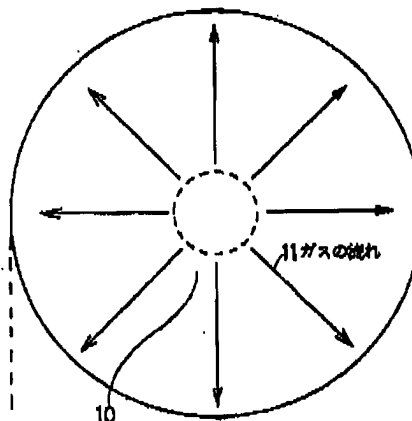
A-A' 断面

【図2】

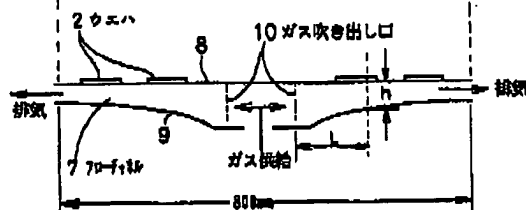


【図3】

(a)



(b)



ガス流れ方向での70-71断面

(6)

特開平08-279465

【図4】

